PROSIDING SEMINAR NASIONAL HIMPUNAN INFORMATIKA PERTANIAN INDONESIA 2009
ISBN : 978 – 979 – 95366 – 0 - 7

Sistem Informasi Geografis dalam Pertanian Presisi Aplikasi pada Kegiatan Pemupukan di Perkebunan Tebu

Sigit Prabawa[a], Bambang Pramudya[b], I Wayan Astika[c], Radite Praeko Agus Setiawan[d], dan Ernan Rustiadi[e]

[a]*Fakultas Pertanian Universitas Lampung*
e-mail : sigitprabowotp@yahoo.co.id

[b dan c] *Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor*
e-mail : smmp@indo.net.id

[d]*Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor*
e-mail : radite@telkom.net

[e]*Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor*
e-mail : ernan@net.indo.id

ABSTRAK

Pada umumnya kegiatan pemupukan tidak memperhatikan keragaman spasial kesuburan tanah yang ada. Pemupukan yang tidak tepat dapat mengakibatkan aplikasi yang berlebihan (over-application) atau aplikasi yang kurang (under-application). Hal ini dapat menyebabkan pemborosan pupuk, penurunan produktivitas, peningkatan biaya produksi, penurunan keuntungan, dan dampak negatif pada lingkungan. Masalah tersebut dapat diatasi dengan pendekatan pertanian presisi (precision farming).

Pertanian presisi merupakan informasi dan teknologi pada sistem pengelolaan pertanian untuk mengidentifikasi, menganalisa, dan mengelola informasi keragaman spasial dan temporal di dalam lahan untuk mendapatkan keuntungan optimum, berkelanjutan, dan menjaga lingkungan. Tujuan dari pertanian presisi adalah mencocokkan aplikasi sumber daya dan kegiatan budidaya pertanian dengan kondisi tanah dan keperluan tanaman berdasarkan karakteristik spesifik lokasi di dalam lahan. Pertanian presisi merupakan revolusi dalam pengelolaan sumber daya alam berbasis teknologi informasi. Sistem Informasi Manajemen (Management Information System) dalam pertanian presisi meliputi Sistem Informasi Geografis (Geographical Information System), Sistem Pendukung Keputusan (Decision Support System), dan data (crop models & field history)

Pertanian presisi sebagai teknologi baru yang sudah demikian berkembang di luar Indonesia perlu segera dimulai penelitiannya di Indonesia untuk memungkinkan perlakuan yang lebih teliti terhadap setiap bagian lahan. Maksud tersebut dapat dicapai dengan pertanian presisi melalui kegiatan pembuatan peta hasil (yield map), peta tanah (soil map), peta pertumbuhan tanaman (growth map), peta informasi lahan (field information map), penentuan laju aplikasi (variable rate application), pembuatan yield sensor, pembuatan variable rate applicator, dan lain-lain. Penggabungan peta hasil, peta tanah, dan peta pertumbuhan tanaman menghasilkan peta informasi lahan (field information map) sebagai dasar perlakuan yang sesuai dengan kebutuhan spesifik lokasi yaitu dengan diperolehnya variable rate application.

Pada penelitian ini tidak dilakukan pembuatan yield sensor dan variable rate applicator. Data hasil diperoleh dari pemanenan tebu secara manual. Aplikasi pupuk dilakukan secara manual. Pembuatan peta tidak berdasarkan geo-referencing dengan global positioning system (GPS) tetapi dengan pemetaan secara konvensional. ArcView 3.3 digunakan untuk membuat peta spasial parameter-parameter seperti kandungan hara tanah N, P, K; kandungan hara daun N, P, K; jumlah anakan tebu, jumlah daun, tinggi tebu, diameter tebu, persentase gap, kadar air tanah, jumlah tebu roboh, bobot biomassa tebu, persentase penutupan gulma, bobot tebu, bobot nira, nilai Brix, nilai Pol, nilai Purity, rendemen, dan taksasi tebu. Peta dari lahan yang menjadi cakupan penelitian ini didigitasi dengan ArcView 3.3 dan parameter-parameter pengamatan dimasukkan sebagai atribut peta tersebut. Peta spasial hasil penelitian ini juga menunjukkan kekurangan dan kelebihan pupuk serta dosis aplikasi pupuk yang dibutuhkan.

Kata kunci: *sistem informasi geografis, pertanian presisi, pemupukan*

ISBN : 978 – 979 – 95366 – 0 - 7

1. PENDAHULUAN

Peningkatan produksi dengan masukan bahan kimia yang rendah, seperti pemupukan, sangat diperlukan karena sejak tahun 1980 kegiatan pertanian untuk produksi pangan yang tidak terkontrol menjadi penyebab pencemaran lingkungan [4]. Sebagai contoh aplikasi pupuk nitrogen dan fosfor yang berlebihan menjadi penyebab terjadinya pemanasan global dan hujan asam. Salah satu masalah utama yang dihadapi bagi kehidupan manusia adalah pencemaran air tanah oleh nitrogen nitrat.

Pertanian Presisi (*precision farming/PF*) merupakan informasi dan teknologi pada sistem pengelolaan pertanian untuk mengidentifikasi, menganalisa, dan mengelola informasi keragaman spasial dan temporal di dalam lahan untuk mendapatkan keuntungan optimum, berkelanjutan, dan menjaga lingkungan. Tujuan dari *PF* adalah mencocokkan aplikasi sumber daya dan kegiatan budidaya pertanian dengan kondisi tanah dan keperluan tanaman berdasarkan karakteristik spesifik lokasi di dalam lahan [3]. Hal tersebut berpotensi diperolehnya hasil yang lebih besar dengan tingkat masukan yang sama (pupuk, kapur, herbisida, insektisida, fungisida, bibit), hasil yang sama dengan pengurangan input, atau hasil lebih besar dengan pengurangan masukan dibanding sistem produksi pertanian yang lain. *PF* mempunyai banyak tantangan sebagai sistem produksi tanaman sehingga memerlukan banyak teknologi yang harus dikembangkan agar dapat diadopsi oleh petani. *PF* merupakan revolusi dalam pengelolaan sumber daya alam berbasis teknologi informasi.

PF sebagai teknologi baru yang sudah demikian berkembang di luar Indonesia perlu segera dimulai penelitiannya di Indonesia untuk memungkinkan perlakuan yang lebih teliti terhadap setiap bagian lahan sehingga dapat meningkatkan produktivitas dengan meningkatkan hasil, menekan biaya produksi dan mengurangi dampak lingkungan. Maksud tersebut dapat dicapai dengan *PF* melalui kegiatan pembuatan peta hasil (*yield map*), peta tanah (*soil map*), peta pertumbuhan (*growth map*), peta informasi lahan (*field information map*), penentuan laju aplikasi (*variable rate application*), pembuatan *yield sensor*, pembuatan *variable rate applicator*, dan lain-lain. Penggabungan peta hasil, peta tanah, peta pertumbuhan tanaman menghasilkan peta informasi lahan (*field information map*) sebagai dasar perlakuan yang sesuai dengan kebutuhan spesifik lokasi yaitu dengan diperolehnya *variable rate application*. Pelaksanaan kegiatan ini akan lebih cepat dan akurat apabila sudah tersedia *variable rate applicator*.

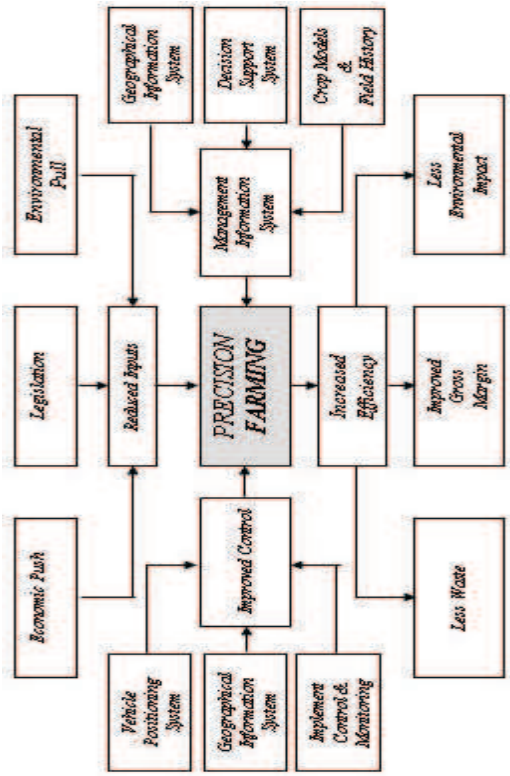
Sebagai awal dari pengkajian *PF* di Indonesia, penelitian ini belum sampai pada pembuatan perangkat keras seperti *yield sensor*, *remote sensor*, *variable rate applicator*, dan lain-lain. Di samping itu penelitian tidak dilakukan pada semua bagian kegiatan budidaya dan jenis tanaman. Penelitian ini dilakukan pada kegiatan pemupukan dan jenis tanaman tebu.

2. TUJUAN

Tujuan dari aplikasi sistem informasi geografis dalam pertanian presisi adalah mempermudah dan mempercepat pengolahan dan penampilan data sebagai bagian dari sistem pendukung keputusan yang dibangun untuk strategi pemupukan pada budidaya tebu dengan pendekatan pertanian presisi.

3. SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM PERTANIAN PRESISI

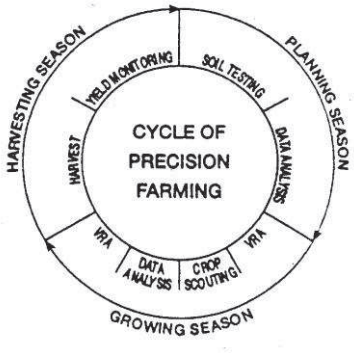
Pemakaian *PF* dalam praktek memerlukan pendekatan sistem terintegrasi yang baik yang mengkombinasikan teknologi keras (*hard technology*) dan sistem lunak (*soft systems*) seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Interaksi dalam Pertanian Presisi [1]

Pelaksanaan *PF* merupakan suatu siklus yang berkesinambungan dari tahap perencanaan (*planning season*), tahap pertumbuhan (*growing season*), dan tahap pemanenan (*harvesting season*) seperti disajikan pada Gambar 2.

ISBN : 978 – 979 – 95366 – 0 - 7



Gambar 2 Siklus proses dalam pertanian presisi [2]

Pada saat ini banyak produsen tanaman menerapkan *site-specific crop management* (*SSCM*). Pemantauan hasil secara elektronis (*electronic yield monitoring*) seringkali menjadi tahap pertama dalam mengembangkan *SSCM* atau program *PF*. Data hasil tanaman yang presisi dapat digabungkan dengan data tanah dan lingkungan untuk memulai pelaksanaan pengembangan sistem pengelolaan tanaman secara presisi (*precision crop management system*).

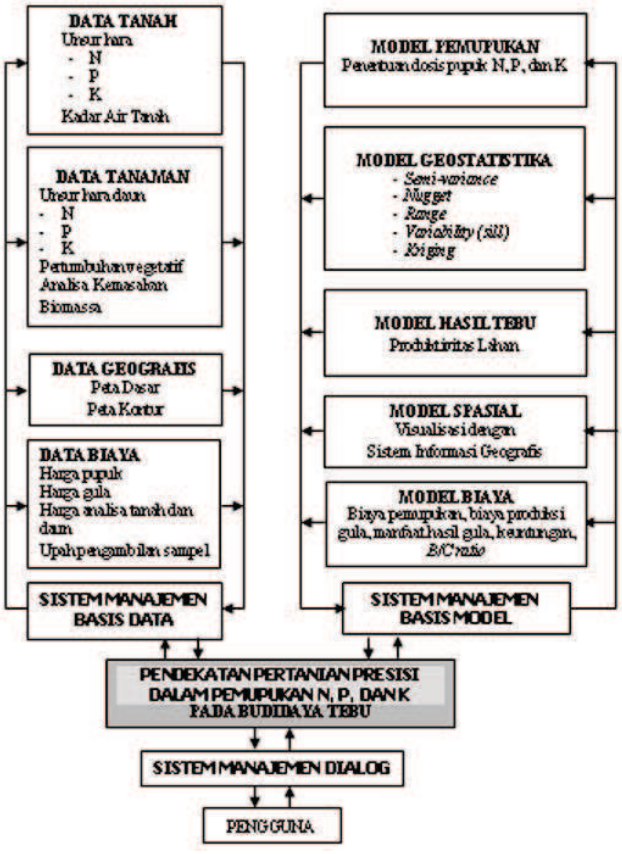
Menurut [5], komponen teknologi dari *PF* adalah : (1) *global positioning system* (GPS), (2) *yield monitoring*, (3) *digital soil fertility mapping*, (4) *crop scouting* , dan (5) *variable rate application* (*VRA*).

PF diprediksi pada *geo-referencing*, yaitu penandaan koordinat geografi untuk titik-titik pada permukaan bumi. Dengan *global postioning system* (*GPS*) dimungkinkan menandai koordinat geografi untuk beberapa objek atau titik dalam 5 cm, walaupun keakuratan dari aplikasi pertanian kisaran umumnya adalah 1 sampai 3 meter. *GPS* adalah sistem navigasi berdasarkan satelit yang dibuat dan dioperasikan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat. GPS telah terbukti menjadi pilihan dalam *postioning system* untuk *PF*. Metode untuk meningkatkan keakuratan pengukuran posisi disebut koreksi diferensial atau *DGPS* (*differential global postiong system*). Perangkat keras yang diperlukan adalah *GPS receiver*, *differential correction signal receiver*, *GPS antenna*, *differential correction antenna*, dan *computer/monitor interface*.

4. PEMODELAN

Kerangka pendekatan *PF* dalam pemupukan N, P, dan K pada budidaya tebu yang diteliti disajikan pada Gambar 3. Selanjutnya hal tersebut dikemas dalam suatu Sistem Pendukung Keputusan agar pengambilan keputusan dapat efektif, yang mana di dalamnya terdapat Sistem Informasi Geografis. Konfigurasi Sistem Pendukung Keputusan untuk pendekatan *PF* dalam pemupukan N, P, dan K pada budidaya tebu disajikan pada Gambar 4.

Gambar 3. Kerangka pendekatan pertanian presisi dalam pemupukan pada budidaya tebu



Gambar 4 Konfigurasi Sistem Pendukung Keputusan untuk pendekatan pertanian presisi dalam pemupukan pada budidaya tebu.

ISBN : 978 – 979 – 95366 – 0 - 7

5. TATA LAKSANA PENELITIAN

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan April 2002 – Juli 2003 di perkebunan tebu PT Gula Putih Mataram, Wilayah Mataram Udik, Kecamatan Seputih Mataram, Kabupaten Lampung Tengah, Propinsi Lampung. Pada penelitian ini tidak dilakukan pembuatan *yield sensor* dan *variable rate applicator*. Data hasil (*yield*) diperoleh dari pemanenan tebu secara manual. Aplikasi pupuk dilakukan secara manual.

Beberapa petak digunakan untuk lokasi plot-plot percobaan. Selanjutnya dilakukan pembuatan sel-sel di dalam plot (*grid cell plotting*) dan pemetaan plot percobaan Pembuatan peta tidak berdasarkan *geo-referencing* dengan *global positioning system* (*GPS*) tetapi dengan pemetaan secara konvensional.

Sistem Pendukung Keputusan untuk Pendekatan Pertanian Presisi dalam Pemupukan N, P, dan K pada Budidaya Tebu yang dibangun diberi nama STRAFERT-PF. Program komputer tersebut dibuat dalam bahasa Delphi 7.0. STRAFERT-PF menggunakan empat *software* untuk mendukung operasionalnya, yaitu (1) *Backpro2N* dari Rudiyanto dan Budi Indra Setiawan, (2) *GS*$^{+}$ *for Windows* dari *Gamma Design Software*, (3) *Surfer 8* dari *Golden Software*, dan (4) *ArcView 3.3* dari *Environmental Systems Research Institute*.

ArcView 3.3 digunakan untuk membuat peta spasial parameter-parameter seperti kandungan hara tanah N, P, K; kandungan hara daun N, P, K; jumlah anakan tebu, jumlah daun, tinggi tebu, diameter tebu, persentase gap, kadar air tanah, jumlah tebu roboh, bobot biomassa tebu, persentase penutupan gulma, bobot tebu, bobot nira, nilai *Brix*, nilai *Pol*, nilai *Purity*, rendemen, dan taksasi tebu. Peta dari lahan yang menjadi cakupan penelitian ini didigitasi dengan *ArcView 3.3* dan parameter-parameter pengamatan dimasukkan sebagai atribut peta tersebut. Peta spasial hasil penelitian ini juga untuk menunjukkan kekurangan dan kelebihan pupuk serta dosis aplikasi pupuk yang dibutuhkan.

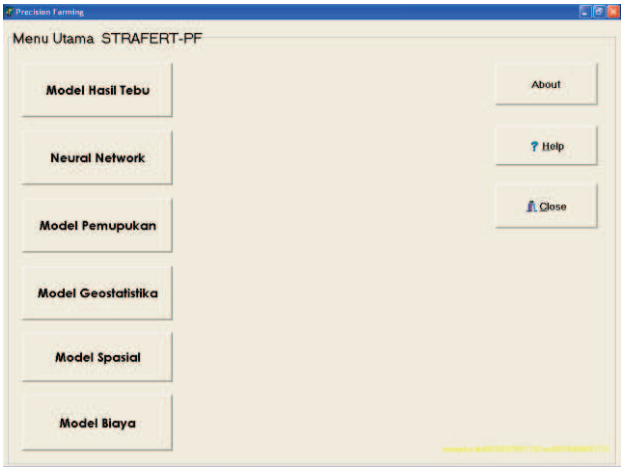
6. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tampilan awal dan menu utama dari Sistem Pendukung Keputusan yang telah dibuat (STRAFERT-PF) masing-masing dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.

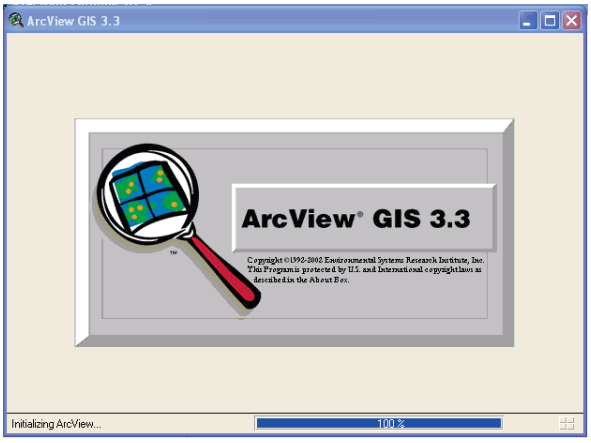
Pada menu utama dapat diakses Model Spasial untuk membuat peta spasial dengan menggunakan piranti lunak *ArcView 3.3* (Gambar 7)

Beberapa contoh peta spasial, diantaranya untuk parameter dosis pupuk, populasi tebu, tinggi tebu, dan taksasi disajikan pada Gambar 8 – 11.

Gambar 5 Tampilan awal SPK Pendekatan Pertanian Presisi dalam Pemupukan pada Budidaya Tebu.

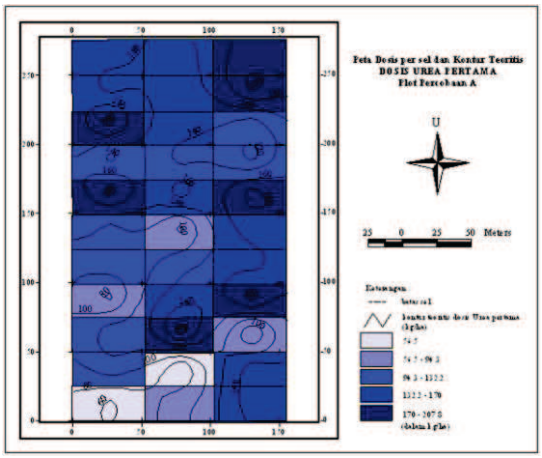


Gambar 6 Menu utama SPK Pendekatan Pertanian Presisi dalam Pemupukan pada Budidaya Tebu.

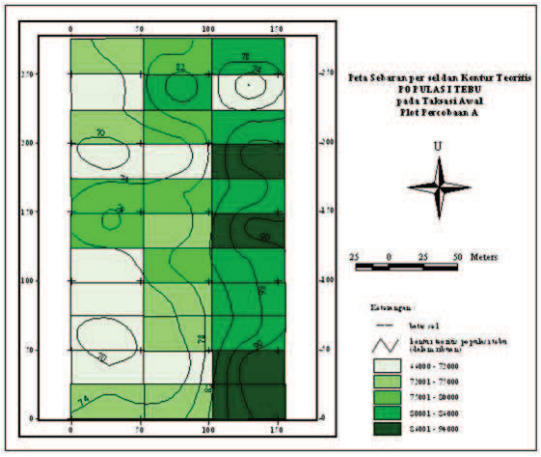


Gambar 7. Tampilan menu Model Spasial dengan *ArcView 3.3*.

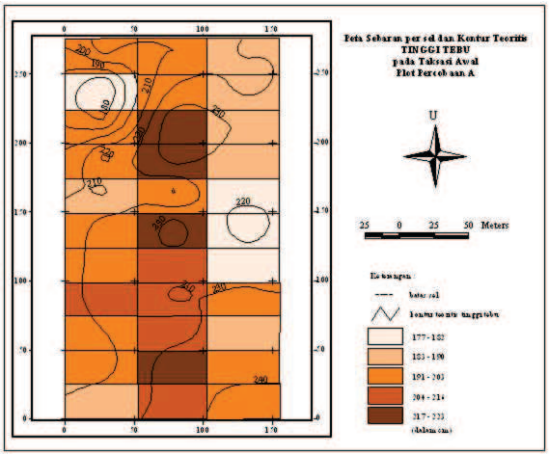
ISBN : 978 – 979 – 95366 – 0 - 7



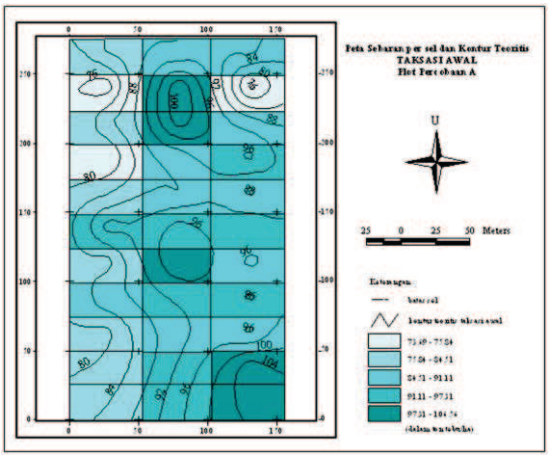
Gambar 8. Peta dosis per sel dan kontur teoritis dosis Urea pada pemupukan pertama Plot Percobaan A.



Gambar 9. Peta sebaran per sel dan kontur teoritis populasi tebu pada taksasi awal Plot Percobaan A.

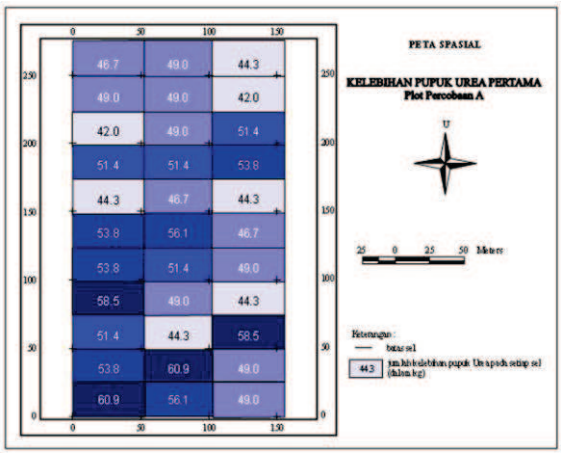


Gambar 10. Peta sebaran per sel dan kontur tinggi tebu pada taksasi awal Plot Percobaan A.

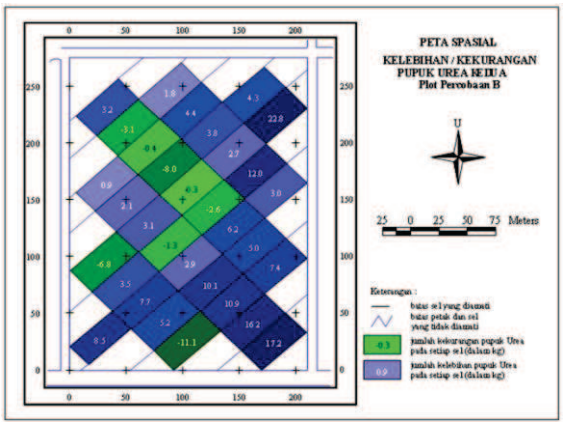


Gambar 11. Peta sebaran per sel dan kontur teoritis taksasi awal Plot Percobaan A.

Beberapa contoh peta spasial yang menunjukkan adanya kekurangan dan kelebihan pupuk yang dibutuhkan disajikan pada Gambar 12 – 14.



Gambar 12 Peta spasial kelebihan pupuk Urea pada pemupukan pertama Plot Percobaan A.



Gambar 13 Peta spasial kelebihan/kekurangan pupuk Urea pada pemupukan kedua Plot Percobaan B.

Pada penelitian ini, data dosis pupuk, populasi tebu, taksasi, dan kelebihan/kekurangan pupuk pada peta spasial tidak berdasarkan perhitungan dengan *ArcView 3.3*, tetapi data tersebut berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan sebelumnya dan kemudian baru dimasukkan sebagai atribut. Oleh karena itu untuk menunjang efisiensi dan efektivitas sistem maka perlu perbaikan model spasial.

Selain itu pada penelitian ini pemetaan dilakukan secara konvensional, maka untuk efisiensi dan efektivitas sistem perlu penggunaan GPS pada pemetaan objek.

7. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Aplikasi Sistem Informasi Geografis dalam pertanian presisi pada kegiatan pemupukan di perkebunan tebu dapat mempermudah dan mempercepat pengolahan dan penampilan data sebagai bagian dari sistem pendukung keputusan untuk strategi pemupukan pada budidaya tebu dengan pendekatan pertanian presisi.

7.2 Saran

Untuk peningkatan efisiensi dan efektivitas sistem maka:
- perlu perbaikan model spasial
- perlu penggunaan GPS pada pemetaan objek.

APRESIASI

Ucapan terima kasih dan penghargaan disampaikan kepada
- Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia, yang telah memberikan dana melalui beasiswa dalam program BPPS.
- Direksi *Sugar Group Company* beserta seluruh staf dan karyawan atas kesempatan serta dukungan dana, tenaga, maupun fasilitas dalam pelaksanaan penelitian di PT Gula Putih Mataram.
- Prof.Dr.Ir. Supiandi Sabiham, M.Agr., Ir. Atang Sutandi, M.Si., Ph.D., dan Dr.Ir. Gunawan Sukarso, M.Sc. atas saran dan kritiknya.
- Sdr. Rudiyanto dan Sdr. Muhammad Nur Hendiyanto yang telah membantu dalam pemrograman.
- Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas dukungan moril maupun materiil.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Blackmore S. (1994). Precision Farming : an overview. *Agricultural Engineer* 49(3):86-88.

[2] Kuhar JE, editor (1997). *The Precision-Farming : Guide for Agriculturist*. Illinois: John Deer Publishing.

[3] McBratney A, Whelan BM. (1995). The potential for site-specific management of cotton farming systems. Discussion Paper No. 1, Co-operative Research Center for Sustainable Cotton Production. Australia.

[4] Umeda M, Iida M, and Suguri M. (1999). Research at laboratory of farm machinery of Kyoto University. ASAE/CSAE-SCGR Annual International Meeting. Toronto Canada.

[5] Wolf SA, Wood SD. (1997). Precision farming : environmental legitimation, commodification of information, and industrial coordination. The Rural Sosiological Society. *Rural Sociology* 62(2):180-206.